

**KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY DI PENYULANG
PALIMANAN PT.PLN RAYON SUMBER CIREBON**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

AGUS SANTOSO

D400 140 068

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY DI PENYULANG
PALIMANAN PT PLN RAYON SUMBER CIREBON
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

AGUS SANTOSO

D400 140 068

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Aris Budiman, S.T,M.T

NIK 885

HALAMAN PENGESAHAN

**KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY DI PENYULANG
PALIMANAN PT PLN RAYON SUMBER CIREBON
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

OLEH

AGUS SANTOSO

D400 140 068

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari 26 Januari 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

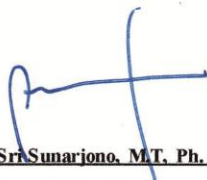
1. Aris Budiman, S.T, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Hasyim Asy'ari, S.T. M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Supardi, S.T. M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

 Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, ^{26 - 01 -}..... 2018

Penulis



AGUS SANTOSO

D400 140 068

KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY DI PENYULANG PALIMANAN PT PLN RAYON SUMBER CIREBON

Abstrak

Pada sistem distribusi tenaga listrik dari pembangkit menuju konsumen sering terjadi gangguan yang dapat menyebabkan PLN mengalami kerugian dari segi material. Penyebab gangguan itu sendiri terjadi akibat faktor internal maupun eksternal. Ada berbagai jenis gangguan pada jaringan distribusi, salah satunya gangguan hubung singkat. Diperlukan suatu sistem proteksi yang handal untuk menangani gangguan hubung singkat tersebut. Sistem proteksi yang dapat mengisolir daerah yang terkena gangguan dengan menggunakan rele OCR (*Over Current Relay*). PT PLN Rayon Sumber Cirebon memiliki banyak penyulang untuk mendistribusikan listrik dari Gardu Induk menuju konsumen, salah satunya penyulang Palimanan di mana di penyulang ini mengandalkan sistem proteksi berupa *Recloser*, *Lbs* dan *Fuse*. Penelitian mengenai perancangan koordinasi proteksi OCR pengganti *Recloser* di penyulang Palimanan. Penelitian diawali dengan mengumpulkan data kelistrikan yang diperlukan. Setelah itu menggunakan software ETAP 12.6 untuk pembuatan single line diagram dan simulasi. Hasil simulasi diperoleh arus hubung singkat 3 dan 1 *phasedi* bus terdekat *relay*. Selanjutnya perhitungan setting *relay* dan analisa hasil uji kerja OCR. Hasil setting OCR dengan parameter nilai arus hubung singkat, letak *relay* dan waktu kerja relay sebagai berikut. *Setting relay 1* dengan $I_p = 2.83\text{ A}$ dan $TMS = 0.118\text{ s}$, *setting relay 2* dengan $I_p = 3.5\text{ A}$ dan $TMS = 0.07\text{ s}$ dan *setting relay 3* dengan $I_p = 1.87\text{ A}$ dan $TMS = 0.07\text{ s}$.

Kata Kunci: koordinasi proteksi, *Over Current Relay*, ETAP 12.6.

Abstract

The electric distribution system of the plant towards consumers frequent disorders that can cause PLN suffered losses in terms of material. The cause of the interference itself occurs due to the internal and external factor. There are various types of disturbances in the distribution network, including short circuit interruption. Protection system can isolate areas affected by interference by using OCR relay (*Over Current Relay*). PT PLN Rayon Sumber Cirebon has many feeder to distribute electricity from the main substation towards consumer, one of which feeder Palimanan where in this feeder protection system such as recloses, lbs and fuse. Research begins with a gather the necessary electrical data. After that use encryption software ETAP 12.6 for the manufacture of single line diagrams and simulation. The simulation results obtained short circuit current 3 and 1 phase in the nearest bus relay. Furthermore, the calculation of relay settings and test results analysis work. Result of OCR setting with parameter of short circuit current value, relay location and relay working time as follows. Setting relay 1 $I_p = 3.15\text{ A}$ and $TMS = 1.01\text{ s}$, relay setting 2 $I_p = 3.5\text{ A}$ and $TMS = 0.07\text{ s}$ and relay setting 2 $I_p = 1.87\text{ A}$ and $TMS = 0.07\text{ s}$.

Keywords: protection coordination, Over current relay, ETAP 12.6.

1. PENDAHULUAN

Listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi kehidupan masyarakat. Adanya listrik mendorong kemajuan teknologi di berbagai bidang yang dapat membantu meringankan pekerjaan manusia. PT PLN Rayon Sumber Cirebon merupakan salah satu badan usaha yang mendistribusikan listrik keseluruh wilayah Cirebon. Mengingat pentingnya energi listrik dalam aktivitas manusia maka PT PLN dituntut untuk menjaga keandalan penyulang dalam memenuhi kebutuhan listrik oleh konsumen.

Pada distribusi listrik sering kali terjadi gangguan yang membuat beban tidak dialiri arus energi listrik. Pada umumnya gangguan yang terjadi ialah gangguan permanen, yang prosentasenya mencapai 70-80% dimana gangguan yang dapat diatasi setelah pemutusan daya berkerja dengan mengisolir daerah yang terjadi gangguan (TS. Hutahuruk,1985). Gangguan hubung singkat merupakan salah satu gangguan permanen dengan probabilitas 70% gangguan satu fasa ke tanah 15% gangguan ganda, 10% gangguan ganda ketanah dan 5% gangguan tiga fasa (Turan Gone,1986).

Short circuit bisa terjadi karena berbagai faktor misal kelalaian manusia saat melakukan aktivitas di sekitar *feeder*, dahan pohon menyentuh kabel *feeder*, aktivitas binatang disekitar *feeder* dan sebagainya. Gangguan hubung singkat selain merugikan dari segi pendapatan PLN juga akan menyebabkan kerusakan pada piranti kelistrikan maupun peralatan elektronik konsumen. Penanganan gangguan hubung singkat bias menggunakan *relay* arus lebih (OCR) untuk mengisolir daerah yang terjadi gangguan hubung singkat. Untuk mendapatkan pelayanan listrik dengan kualitas tinggi maka diperlukan kordinasi antara relay yang terpasang pada jaringan bekerja secara baik supaya tidak menimbulkan kesalahan sistem (Patel, 2005). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam setting OCR ialah kecepatan, sensitivitas, reliabelitas dan selektivitas (Badekar, 2009)

Koordinasi *relay* arus lebih diawali dengan penentuan waktu kerja *relay*, penentuan tempat *relay*, nilai hubung singkat dan parameter nilai *setting relay* (Birjandi, 2011). ETAP 12.6 digunakan untuk mencari nilai beban maksimum pada jaringan serta nilai hubung singkat. Penyulang Palimanan PT PLN Rayon Sumber Cirebon memiliki, *recloser* dan *fuse* untuk sistem proteksi. Peamasangan *recloser* yang berada di pangkal jaringan digunakan untuk mematikan aliran listrik saat terjadi gangguan di sepanjang jaringan itu. *Fuse* di gunakan untuk melindungi trafo di bagian primer bila jaringan terjadi gangguan tetapi hanya sekali pakai saja. Penyulang Palimanan belum ada sistem proteksi yang hanya mengisolir dimana di daerah itu saja yang terkena gangguan. Untuk itu diperlukan penelitian perencanaan proteksi arus lebih pada penyulang Palimanan PT PLN Rayon Sumber Cirebon.

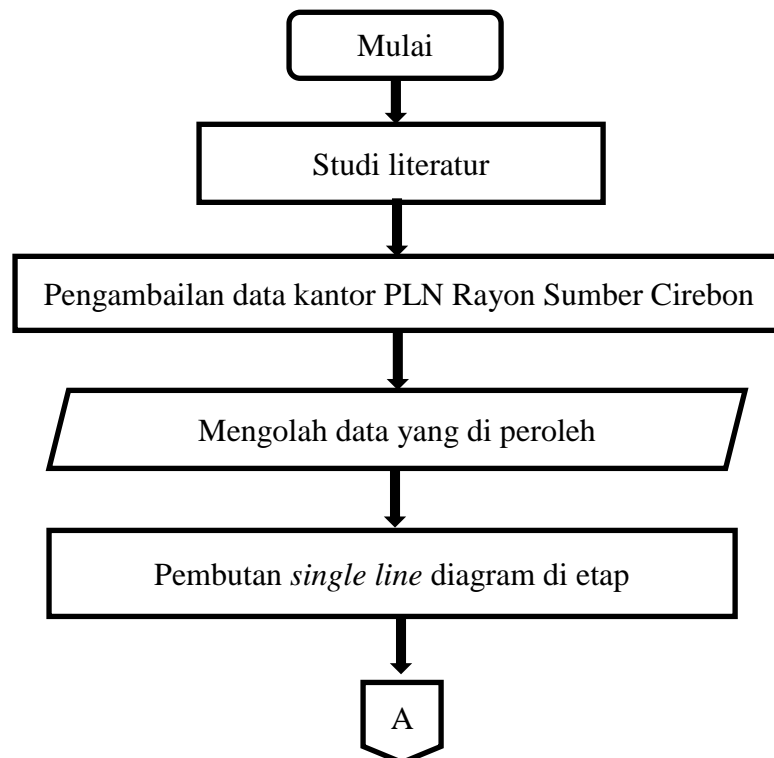
Hasil penelitian ini diharapkan penulis mendapatkan pengetahuan tentang penentuan parameter setting relay yang sesuai dengan karakteristiknya dan handal dalam menangani gangguan.

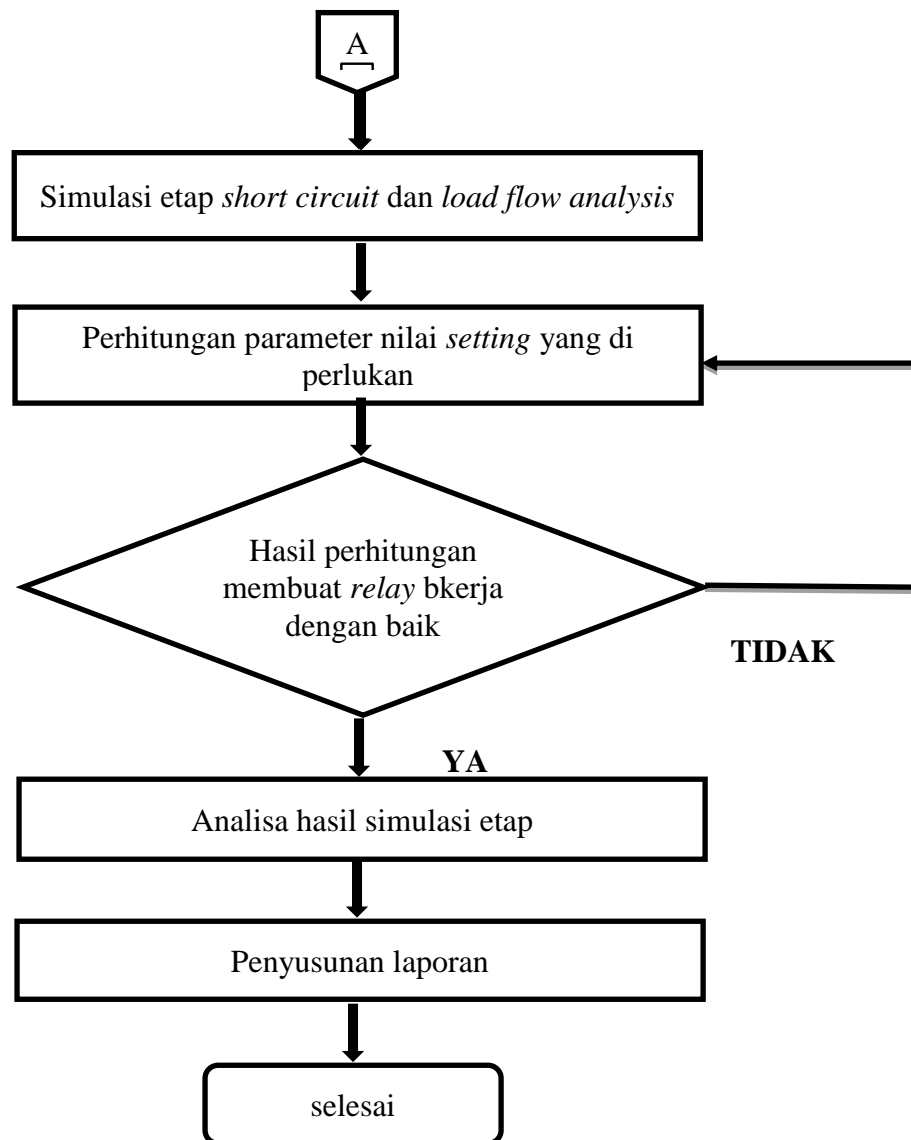
2. METODE

OCR merupakan proteksi untuk menangani gangguan hubung singkat yang terletak pada gardu induk dan *feeder*. Seringnya terjadi gangguan hubung singkat akan membuat kerugian bagi PLN maupun konsumen, maka diperlukan keandalan OCR dalam menangani gangguan dengan *setting* nilai yang tepat dan bantuan ETAP 12.6 untuk simulasi keberhasilan *setting relay*.

Tahapan penyusunan penelitian yang penulis lakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Studi literature, penulis mencari jurnal ilmiah dan pencarian materi dari berbagai sumber untuk acuan dalam melakukan penelitian.
- 2) Pencarian data, data didapatkan dari PT PLN Rayon Sumber Cirebon berupa *single line* diagram penyulang Palimanan.
- 3) Analisa data, melakukan analisa apakah data yang didapat sesuai dengan parameter perhitungan atau belum.
- 4) Perhitungan, penulis melakukan pengolahan data agar dapat melakukan *setting relay* sesuai dengan keadaan di lapangan.
- 5) Pengujian, setelah di peroleh data *setting* penulis melakukan pengujian menggunakan simulasi ETAP 12.6.

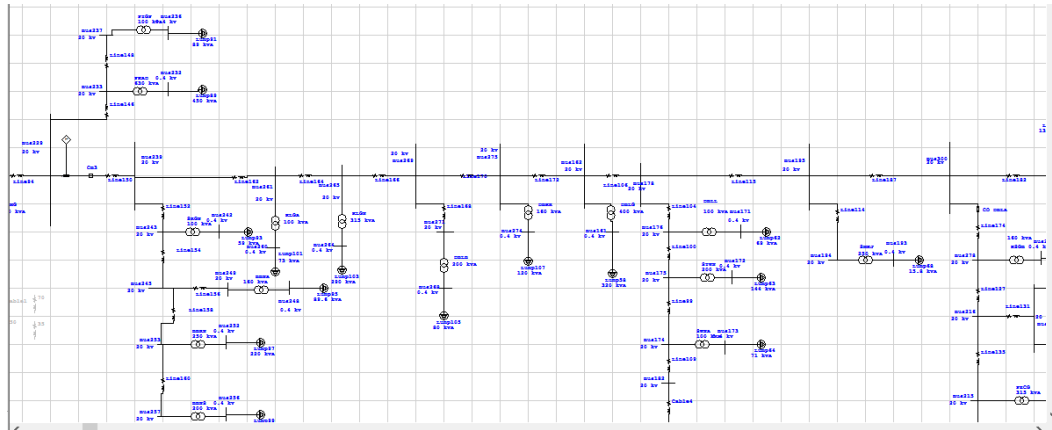




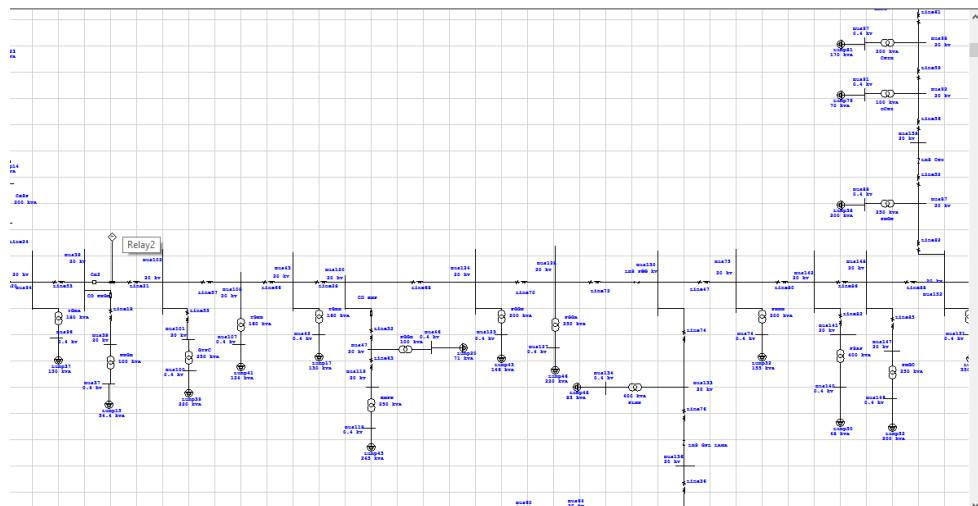
Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

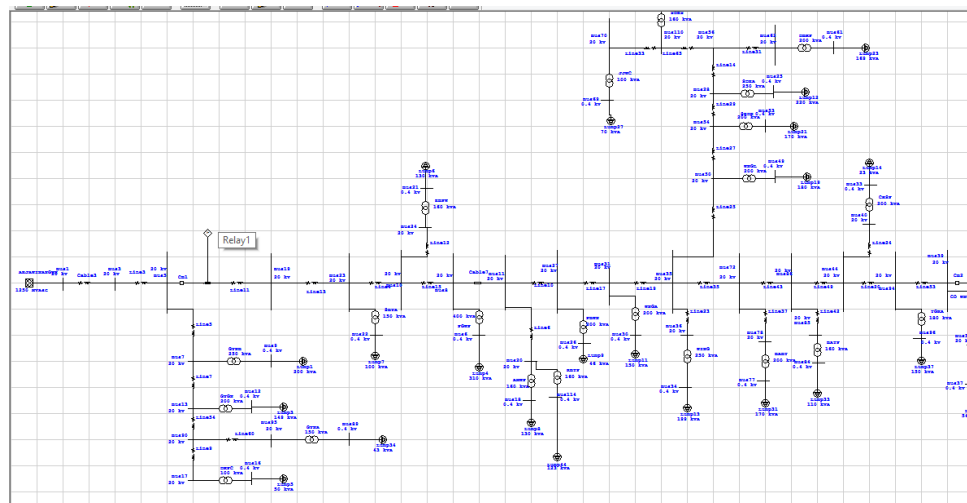
PT PLN Rayon Sumber sendiri memiliki 20 penyulang yang memiliki panjang dan beban yang berbeda-beda. Penyulang Palimanan adalah salah satunya yang memiliki beban industri yang besar dan daerah padat penduduk. Sehingga menyebabkan penyulang ini memiliki resiko gangguan arus hubung singkat yang tinggi dan memerlukan ke andalan proteksi yang baik. OCR dirasa cocok untuk menanggulangi gangguan hubung singkat tersebut karena bisa mengisolir tempat terjadinya gangguan. Pengisoliran area digunakan untuk mempersempit daerah yang terkena dampak gangguan tersebut. Berikut adalah pembagian daerah letak *relay*.



Gambar 2 : Pengisoliran daerah gangguan diujung jaringan



Gambar 3 : Pengisoliran daerah gangguan ditengah jaringan



Gambar 4 : Pengisoliran daerah gangguan dipangkal jaringan

3.1 Penentuan Nilai Arus Hubung Singkat

Penentuan nilai arus hubung singkat digunakan untuk menentukan nilai *setting relay* arus lebih agar dapat berjalan dengan baik. Penentuan nilai hubung singkat minimum dan maksimum bisa di dapat dari simulasi *short circuit 2 phase 30 cyle* untuk nilai gangguan hubung singkat

minumusedangkan simulasi hubung singkat 3 *phase* 4 cyle untuk nilai gangguan maksimum (Triandini, 2015).

Tabel 1 : Hasil simulasi etap 12.6 analisa hubung singkat

Nama <i>bus</i>	I sc maksimum	I sc minimum
<i>Bus 5</i>	35315	32705
<i>Bus 39</i>	23454	15727
<i>Bus 229</i>	19030	11651

3.2 Penentuan Waktu Kerja Relay

Penentuan *setting relay* berdasarkan arus hubung singkat di ujung merupakan nilai paling kecil, sehingga waktu operasi *relay* tercepat. *Relay* dibagian pangkal memiliki arus hubung singkat yang besar membuat waktu kerja *relay* menjadi lama dari pada yang lain.

Tabel 2 : Analisa *setting* waktu

Nama <i>Bus</i>	<i>Delay Instantaneous</i>	<i>Times Delay</i>	Pengendali I >>
<i>Bus 229</i>	0.1	0.3	0.8
<i>Bus 39</i>	0.3	0.6	0.9
<i>Bus 5</i>	0.5	0.9	1

3.3 Setting Relay Arus Lebih

Dalam mengatur sebuah *relay* arus lebih banyak faktor yang harus di perhatikan, salah satunya adalah karakteristik dari *relay* itu. *Relay* yang banyak digunakan untuk pengaturan *relay* arus lebih. *Inverse Defenite Minimum Time* (IDM) sendiri harus memiliki 3 jenis yaitu *Extremly Invres* (EI), *Very Invers* (VI), dan *Standar Invers* (SI). Dalam penelitian ini penulis menggunakan karakteristik *Standar Invers*. Karakteristik *Standar Invers* memiliki waktu kerja *relay* paling besar diikuti *Very Invers* dan *Extremly Invers* (Uma,2014).

Merek : ALSTOM
Tipe : P120
Karateristik : Standar *Invers* (SI)
Nilai Rasio CT: 2000/1
Isc max Bus 5 : 35315
Isc min Bus 5 : 32705
Relay 1 terletak di pangkal jaringan
Waktu Operasi T : 0.9

Delay Instantaneous : 0.8

Full Load Ampre (FLA) didapat dari simulasi tetap menggunakan perintah *Load FlowAnalysis* dapat di lihat pada table 3 berikut:

Tabel 3 : Hasil simulasi etap 12.6 analisa *Full Load Ampre*

Nama <i>Bus</i>	Nilai FLA
<i>Bus 5</i>	13150
<i>Bus 39</i>	8892
<i>Bus 229</i>	3172

Perhitungan parameter nilai *setting relay* di bus 5

Rumus untuk mencari *Arus Pick UP* (I_p)

$$I_p = \frac{.2 \times \text{FLA}}{\text{Rasio CT}} = \frac{.2 \times 13150}{5000} = 3.15\text{A}$$

Rumus untuk mencari *Arus Actual* (I_s)

$$\begin{aligned} I_s &= I_p \times \text{Rasio CT} \\ &= 3.15 \times 5000 = 15750 \end{aligned}$$

Rumus untuk mencari *Time Multiplier Setting* (TMS)

$$\begin{aligned} \text{TMS (SI)} &= \frac{T \times \left[\left(\frac{I_{sc \text{ Max}}}{I_s} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14} \\ &= \frac{0.9 \times \left[\left(\frac{35315}{15750} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14} \\ &= 0.105 \end{aligned}$$

Rumus untuk mencari *Arus pick up instantaneous*

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{1 \times I_{sc \text{ Min bus 5}}}{\text{Rasio CT}} \\ &= \frac{x \ 32705}{5000} = 6.541 \text{ A} \end{aligned}$$

Rumus yang digunakan untuk mengaturparameter nilai *relay* seperti nilai TMS, arus IP. Arus IP *Instantaneous* dan *delay Instantaneous* dapat dilihat pada table 4 dibawah ini:

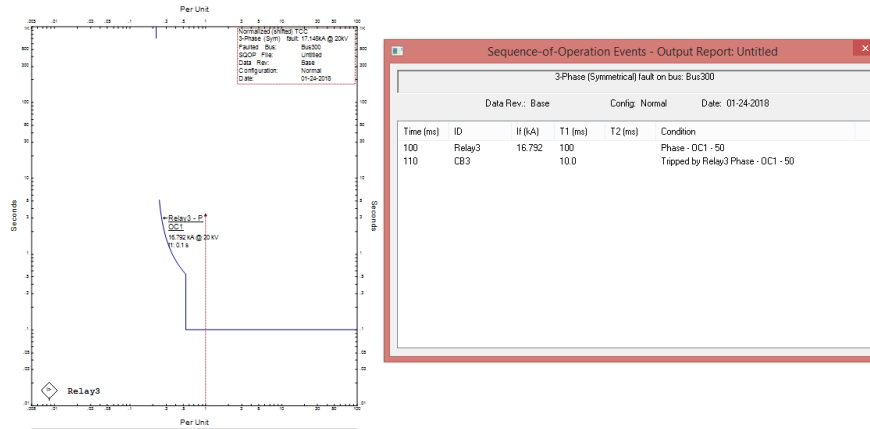
Table 4 : Parameter nilai *setting*

Relay	FLA	Rasio CT	Letak OCR	IP(A)	TMS (SI)	IP Ins (A)	<i>Delayins</i>
1	13150	5000	Bus 5	3.15	0.105	6.41	0,5
2	8892	3000	Bus 39	3.5	0.07	4.71	0,3
3	3127	2000	Bus 229	1.87	0.07	4.6	0,1

3.4 Hasil Simulasi Setting OCR

setelah perhitungan semua parametersetting, tinggal memasukkan nilai tersebut ke *relay* untuk simulasi keandalan *setting* OCR menggunakan software ETAP power station 12.6. Terdapat 3 tempat skenario pada pengujian bertujuan untuk pengisoliran 3 tempat berbeda untuk penanganan gangguan hubung singkat dengan pengisoliran tempat yang terkena gangguannya saja.

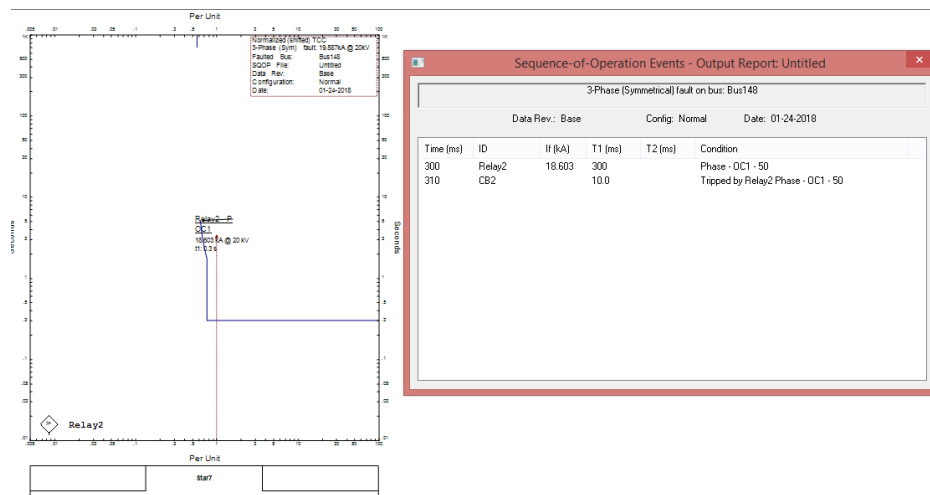
1) Simulasi diujung jaringan



Gambar 6 : Gangguan diujung jaringan

Gambar diatas, dapat diketahui bahawa arus gangguan yang terjadi pada jaringan adalah 18813 KA. Lalu, OCR mendeteksi gangguan dan memerintahkan CB untuk membuka membutuhkan waktu 300ms. Waktu CB untuk merespon OCR untuk membuka ialah 10ms. Sehingga waktu total yang dibutuhkan adalah 310 ms sesuai dengan standar IEEE 242-1986 karena relay berkerja dengan parameter *setting* yang di tentukan. Fungsi *relay* 3 ini untuk mengisolir bilamana daerah ujung terkena gangguan maka *relay* ini berkerja agar jaringan sebelum *relay* ini tidak terkena dampak gangguan tersebut.

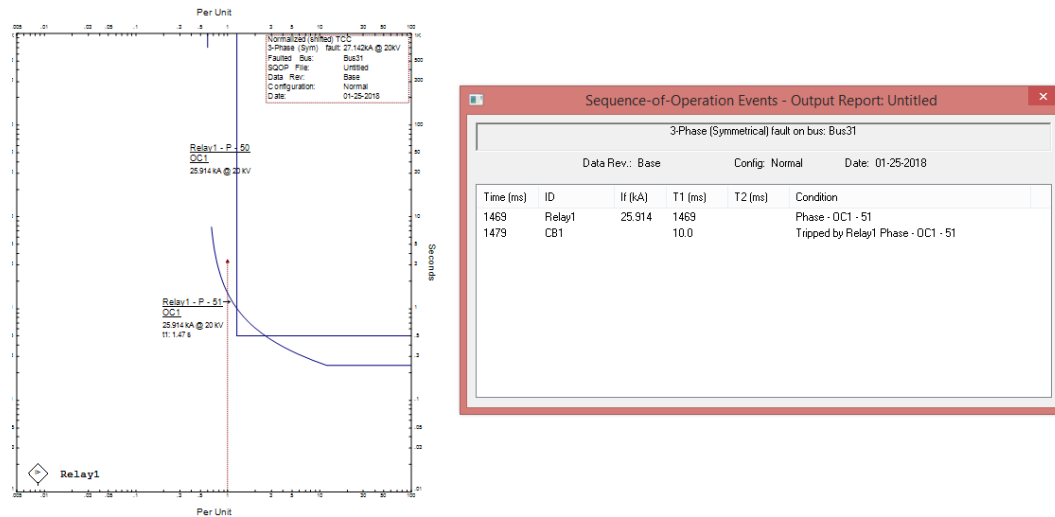
2) Simulasi ditengah jaringan



Gambar 5 : Gangguan tengah jaringan

Gambar diatas, dapat diketahui bahwa arus gangguan yang terjadi pada jaringan adalah 19.143 KA. Lalu, OCR mendeteksi gangguan dan memerintahkan CB untuk membuka membutuhkan waktu 300ms. Waktu CB untuk merespon OCR untuk membuka ialah 10ms. Sehingga waktu total yang dibutuhkan adalah 310 ms sesuai dengan standar IEEE 242-1986 karena *relay* berkerja dengan parameter *setting* yang di tentukan. Fungsi *relay* ini untuk mengisolir bila mana daerah tengah terkena gangguan maka *relay* ini berkerja agar jaringan sebelum *relay* ini tidak terkena dampak gangguan tersebut.

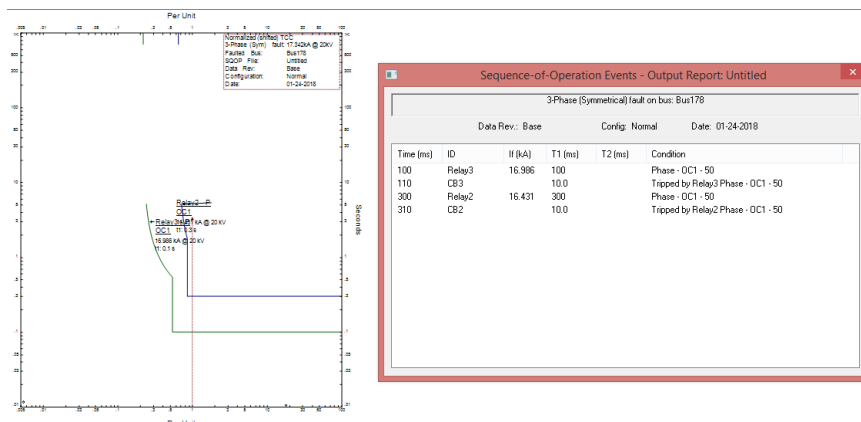
3) Simulasi ditengah jaringan



Gambar 5 : Gangguan pangkal jaringan

Relay 1 telah berkerja sesuai dengan standar IEEE 242-1986. CB pada percobaan ini membutuhkan waktu 10 ms untuk membuka sempurna. Waktu yang dibutuhkan *relay* 1 berkerja selama 11937ms.

4) Simulasi *relay* 2 backup gangguan di *relay* 3



Gambar 5 Gangguan *relay* 2 backup gangguan di *relay* 3

Terjadi gangguan di *relay* 3 yang mana *relay* 3 tidak mampu mengatasinya maka *relay* 2 melakukan backup atas gangguan tersebut. Ketika *relay* 2 melakukan backup maka *relay* 1

berkerja dengan seketika dengan waktu 100 ms dan *relay* 2 juga berkerja secara seketika yaitu dengan waktu 300 ms.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan *setting relay* arus lebih dengan simulasi *software* ETAP *Power Station* 12.6 pada penyulang Palimanan PT PLN Rayon Sumber Cirebon didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Besar *delay instantaneous* ditentukan berdasarkan letak relay berada pada tahap seberapa. Semakin dekat relay dari pembangkit, maka semakin lama *delay instantaneous*.
- 2) Besarnya nilai TMS sangat dipengaruhi oleh arus actual (I_s) dan waktu operasi (T). Semakin besar nilai I_s dan T , maka semakin besar nilai TMS.
- 3) Penentuan letak OCR berpengaruh akan daerah yang terisolir saat terjadi gangguan
- 4) Koordinasi *relay* yang baik akan menghasilkan kurva yang terpisah karena saat salah satu relay tidak bisa mengatasi gangguan maka akan di *backup relay* lain dengan selang waktu yang berbeda.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang senantiasa meluangkan bantuan dalam mengerjakan tugas akhir sebagai berikut:

- 1) Allah S.W.T yang memberi kemudahan dan kelancaran dalam mengerjakan tugas akhir ini.
- 2) Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan, dan memberi restu untuk kelancaran pengerjaan tugas akhir.
- 3) Adikku tersayang Novita Ambar Sari yang selalu memberi motivasi.
- 4) Bapak Umar S.T.M.T selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 5) Bapak Aris Budiman S.T.M.T selaku pembimbing dan pemberi semangat untuk menyelesaikan tugas akhir.
- 6) Bapak dan ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 7) Slamet Widodo yang membimbing dan membantu terselesainya tugas akhir dengan baik, memberikan data dan bimbingan saat magang.
- 8) Tisdiana Chandra Devi yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat atas pembuatan tugas akhir sehingga dapat terselesaikan tepat waktu.
- 9) Wina dan Hanum yang selalu memberi semangat dalam pembuatan penelitian.

- 10) Teman-teman Teknik Elektro UMS angkatan 2014, Riki, Galih, Anggara, Sholahudin, Amoreza, Dwi Ari, Sri Krisna Mahardira, Sidik, Aji Danang, bimby dan teman-teman yang tidak penulis sebutkan satu persatu dalam membantu terselsainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

<http://jendeladenngabei.blogspot.co.id/2013/11/belajar-software-etap-proteksi-setting.html>

- Triandini, T Y R. (2015). *Analisa Sistem Proteksi Relay (Overcurrent dan Ground Fault) Dengan Menggunakan Kurva Koordinasi Relay dan Software ETAP 7.5 Pada Plant Unit 5 PT. Krakatau Posco*. Universitas Mercubuana. Jakarta.
- Patel, H A. (2015). *Relay Coordination Using ETAP*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol 6.
- Hutauruk, T.S. (1985). *Transmisi Daya Listrik*. Erlangga. Jakarta.
- Birjandi, A A M, Pourfakkah M. (2011). *Optimal Coordination of Overcurrent and Distance Relaysby a New Particle Swarm Optimization Method*. International Journal of Engineering andAdvanced Technology (IJEAT), Vol 1.
- Bedekar, P P., et al. (2009). *Optimum Time Coordination of Overcurrent Relays in Distribution*
- Uma, U U, Onwuka, I K. (2014). *Overcurrent Relay Setting Model for Effective Substation RelayCoordination*. IOSR Jounal of Engineering (IOSRJEN). Vol 04.
- Turan Gonen. (1986). *Electrical Distribution System Engineering*. Mc-Graw-Hill International State of America